

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*)

PIR (*Passive Infrared Receiver*) merupakan sebuah sensor berbasis inframerah. Akan tetapi, tidak seperti sensor inframerah kebanyakan yang terdiri dari IR LED dan fototransistor. PIR tidak memancarkan apapun seperti IR LED. Sesuai dengan namanya '*passive*', sensor ini hanya merespon energi dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki oleh setiap benda yang terdeteksi olehnya. Benda yang bisa dideteksi oleh sensor ini biasanya adalah tubuh manusia.

Mengapa sensor PIR hanya bereaksi pada tubuh manusia saja? Hal ini disebabkan karena adanya *IR Filter* yang menyaring panjang gelombang sinar inframerah pasif. *IR Filter* dimodul sensor PIR ini mampu menyaring panjang gelombang sinar inframerah pasif antara 8 sampai 14 mikrometer, sehingga panjang gelombang yang dihasilkan dari tubuh manusia yang berkisar antara 9 sampai 10 mikrometer ini saja yang dapat dideteksi oleh sensor.

Jadi, ketika seseorang berjalan melewati sensor, sensor akan menangkap pancaran sinar inframerah pasif yang dipancarkan oleh tubuh manusia yang memiliki suhu yang berbeda dari lingkungan sehingga menyebabkan material *pyroelectric* bereaksi menghasilkan arus listrik karena adanya energi panas yang dibawa oleh sinar inframerah pasif tersebut. Kemudian sebuah sirkuit *amplifier* yang ada menguatkan arus

tersebut yang kemudian dibandingkan oleh *comparator* sehingga menghasilkan *output*.

Jadi sensor PIR tidak akan menghasilkan output apabila sensor ini dihadapkan dengan benda panas yang tidak memiliki panjang gelombang inframerah antara 8 sampai 14 mikrometer dan benda yang diam seperti sinar lampu yang sangat terang yang mampu menghasilkan panas, pantulan objek benda dari cermin dan suhu panas ketika musim panas.

(<http://bagusrifqyalistia.wordpress.com/2008/12/12/cara-kerja-sensor-pir/>)



Gambar 1. Sensor PIR

(<http://bagusrifqyalistia.wordpress.com/2008/12/12/cara-kerja-sensor-pir/>)

B. SMS (*Short Message Service*)

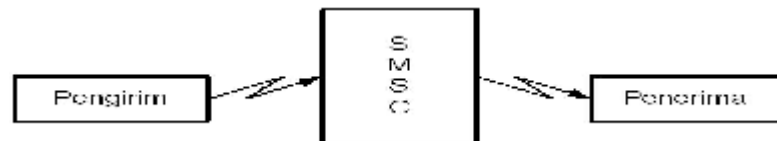
1. Pengertian SMS (*Short Message Service*)

Adalah suatu fasilitas untuk mengirim dan menerima suatu pesan singkat berupa teks melalui perangkat nirkabel, yaitu perangkat komunikasi telepon selular. Dalam hal ini perangkat nirkabel yang digunakan adalah telepon selular. Salah satu kelebihan dari SMS adalah biaya yang murah. Selain itu SMS merupakan metode *store* dan *forward* sehingga keuntungan yang didapat adalah pada saat telepon selular penerima tidak dapat dijangkau, dalam arti tidak aktif atau di luar *service area*, penerima

tetap dapat menerima SMS-nya apabila telepon selular tersebut sudah aktif kembali. ([http://www.articlecenter.org/protocol-data-unit/ Short message service centre \(SMSC\) adalah](http://www.articlecenter.org/protocol-data-unit/Short%20message%20service%20centre%20(SMSC)%20adalah%20))

2. SMSC

Short message service centre (SMSC) adalah kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak yang bertanggung jawab memperkuat, menyimpan dan meneruskan pesan pendek antara SMS dan piranti bergerak. SMSC harus memiliki kehandalan, kapasitas pelanggan, dan *throughput* pesan yang tinggi. Selain itu, SMS juga harus dapat diskalakan dengan mudah untuk mengakomodasikan peningkatan permintaan SMS dalam jaringan yang ada. SMSC mentransfer pesan dalam format *Point to point* pada sistem yang melayani. ([http://www.articlecenter.org/protocol-data-unit/ Short message service centre \(SMSC\) adalah](http://www.articlecenter.org/protocol-data-unit/Short%20message%20service%20centre%20(SMSC)%20adalah%20))



Gambar 2. Blok diagram cara kerja sms

Tabel 1. Nomor SMS-Center Operator Seluler Di Indonesia

No	Operator Seluller	SMS-Center	Kode PDU
1	Telkomsel	62811000000	07912618010000F
2	Satelindo	62816125	059126181652
3	Exelcom	6218445009	07912618485400F
4	Indosat-M3	62855000000	07912658050000F
5	Starone	62811000000	079126180100

3. PDU SMS

Dalam proses pengiriman atau penerimaan pesan pendek (SMS), data yang dikirim maupun diterima oleh stasiun bergerak menggunakan salah satu dari 2 mode yang ada, yaitu: mode teks, atau mode PDU (*Protocol Data Unit*). Dalam mode PDU, pesan yang dikirim berupa informasi dalam bentuk data dengan beberapa kepala-kepala informasi. Hal ini akan memberikan kemudahan jika dalam pengiriman akan dilakukan kompresi data, atau akan dibentuk sistem penyandian data dari karakter dalam bentuk untaian bit-bit biner. Senarai PDU tidak hanya berisi pesan teks saja, tetapi terdapat beberapa meta-informasi yang lainnya, seperti nomor pengirim, nomor SMS *Centre*, waktu pengiriman, dan sebagainya. Semua informasi yang terdapat dalam PDU, dituliskan dalam bentuk pasangan-pasangan bilangan heksadesimal yang disebut dengan pasangan oktet.

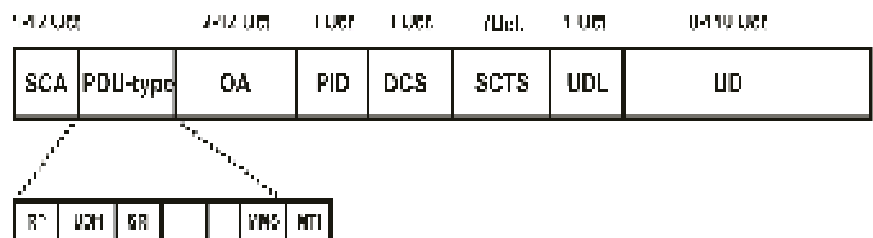
Jenis PDU SMS yang akan digunakan adalah: SMS-Penerimaan (*SMS-DELIVER*) dan SMS-Pengiriman (*SMS-SUBMIT*). (<http://www.ombar.net/2009/09/pdu-protocol-data-unit-sms.html>)

a. PDU Penerimaan

SMS Penerimaan (*SMS-Deliver*) adalah pesan yang diterima oleh terminal dari SMSC dalam bentuk PDU. PDU SMS-

Penerimaan memiliki format seperti pada Gambar 3. Pada PDU ini, terdapat beberapa meta-informasi yang dibawa, antara lain:

1. SCA (*Service Centre Address*), berisi informasi SMS-centre.
2. Tipe PDU (*PDU Type*), berisi informasi jenis dari PDU tersebut
3. OA (*Originating Address*) berisi informasi nomor pengirim.
4. PID (*Protocol Identifier*) berisi informasi Identifikasi Protokol yang digunakan.
5. DCS (*Data Coding Scheme*) berisi informasi skema pengkodean data yang digunakan.
6. SCTS (*Service Center Time Stamp*) berisi informasi waktu.
7. UDL (*User Data Length*) berisi informasi panjang dari data yang dibawa.
8. UD (*User Data*) berisi informasi data-data utama yang dibawa.



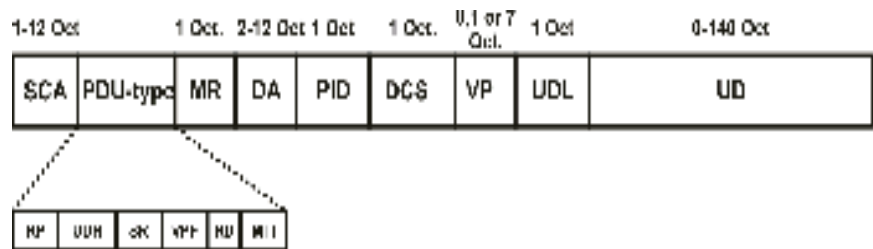
Gambar 3. Format PDU penerimaan

(<http://www.ombar.net/2009/09/pdu-protocol-data-unit sms.html>)

b. PDU Pengiriman

PDU Pengiriman memiliki informasi-informasi yang sama dengan PDU Penerimaan, sementara yang berbeda adalah berupa informasi (Gambar 4):

1. MR (*Message Reference*), parameter yang mengindikasikan nomor referensi SMS-Pengiriman.
2. DA (*Destination Address*), berisi informasi nomor alamat yang dituju.
3. VP (*Validity Period*), berisi informasi jangka waktu validitas pesan pada jaringan.



Gambar 4. Format PDU pengiriman

(<http://www.ombar.net/2009/09/pdu-protocol-data-unit sms.html>)

C. Perintah AT (AT Command)

AT Command adalah perintah-perintah yang digunakan dalam komunikasi dengan serial port. Dengan AT Command kita dapat mengetahui vendor dari Handphone yang digunakan, kekuatan sinyal, membaca pesan yang ada pada SIM Card, mengirim pesan, mendeteksi pesan SMS baru yang masuk secara otomatis, menghapus pesan pada SIM Card dan masih banyak lagi.

Dalam program *SMS Server* yang akan kita buat nanti, tidak semua perintah AT digunakan. Kita hanya menggunakan beberapa perintah AT yang ada hubungannya dengan sistem kerja dari program *SMS Server*.

(*Javaku.wordpress.com dan Adi Purnomo, 2007: AT Command*)

Adapun perintah yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Perintah AT Command

AT Command	Keterangan
AT	Mengecek apakah <i>Handphone</i> telah terhubung
AT+CMGF	Untuk menetapkan format mode dari terminal
AT+CSCS	Untuk menetapkan jenis encoding
AT+CNMI	Untuk mendeteksi pesan SMS baru masuk secara otomatis
AT+CMGL	Membuka daftar SMS yang ada pada <i>SIM Card</i>
AT+CMGS	Mengirim pesan SMS
AT+CMGR	Membaca pesan SMS
AT+CMGD	Menghapus pesan SMS
ATE1	Mengatur ECHO
ATV1	Mengatur <i>input</i> dan <i>output</i> berupa naskah
AT+CGMI	Mengecek Merek HP
AT+CGMM	Mengecek Seri HP
AT+CGMR	Mengecek Versi Keluaran HP
AT+CBC	Mengecek Baterai
AT+CSQ	Mengecek Kualitas Sinyal
AT+CCLK?	Mengecek Jam (waktu) pada HP
AT+CALM=<n>	Mengecek Suara/dering HP saat di Telepon (ada Telepon Masuk)

Tabel 2. Perintah AT Command

AT Command	Keterangan
	<p>'n' adalah angka yang menunjukkan jenis dering</p> <p>0 = berdering</p> <p>1 dan 2 = <i>Silent</i> (Diam)</p>
AT^SCID	Mengecek ID SIM <i>CARD</i>
AT+CGSN	Mengecek Nomor IMEI
AT+CLIP=1	Menampilkan nomor telepon pemanggil
AT+CLCC	Menampilkan nomor telepon yang sedang memanggil
AT+COPN	Menampilkan nama Semua operator di dunia
AT+COPS?	Menampilkan nama operator dari SIM yang digunakan
AT+CPBR=<n>	<p>Membaca nomor telepon yang disimpan pada buku telepon (SIM <i>CARD</i>)</p> <p>'n' adalah nomor urut penyimpanan</p>
AT+CPMS=<md>	<p>Mengatur Memori dari HP</p> <p>'md' adalah memori yang digunakan</p> <p>ME = Memori HP</p> <p>SM = Memori SIM <i>CARD</i></p>

(Javaku.wordpress.com dan Adi Purnomo,2007: *AT Command*)

D. PERANGKAT KERAS

1. HP Siemens C45

Ponsel adalah suatu jenis *mobile* telepon yang menggunakan teknologi sel sebagai akses komunikasinya sehingga memudahkan seseorang untuk berkomunikasi di manapun dan kapanpun. Dengan adanya ponsel, maka komunikasi lebih mudah dan lebih efisien. Seiring dengan perkembangan teknologi bidang *mobile system*, ponsel tidak hanya dapat mengirim data sara tetapi juga data karakter yang

biasa disebut SMS. Disamping itu, ponsel tidak hanya dapat berkomunikasi antar sesama ponsel, tetapi juga dapat berkomunikasi dengan PC dan mikrokontroler. Hal ini menyebabkan pengiriman data antara mikrokontroler dan ponsel dapat dilakukan.

Dalam sistem ini digunakan ponsel siemens C45 sebagai pengirim dan penerima. Untuk dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler, ponsel siemens dilengkapi dengan saluran komunikasi khusus yang berupa kabel data. Kabel data merupakan saluran komunikasi pada Siemens yang dipakai sebagai saluran komunikasi data serial dengan mikrokontroler. Dengan adanya kabel data (DB9) ini memudahkan proses perangkaian *interface* RS-232 pada alat.



Gambar 5. *Handphone* Siemens C45

Sumber : Siemens

2. Kabel Data

Siemens merupakan salah satu merek *telephone seluler* yang dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui suatu *interface* tertentu, sehingga suatu pengiriman data dapat terjadi antara mikrokontroler dengan *Handphone Siemens* tersebut. Untuk dapat berkomunikasi

dengan mikrokontroler, siemens dilengkapi dengan kabel data tipe *serial port* DB 9.

Mikrokontroler ATmega 16 dilengkapi dengan port serial. Port serial memungkinkan untuk interface dengan *hardware* lain dalam format serial. Komunikasi serial antara mikrokontroler ATmega 16 dengan ponsel Siemens C45 hanya tinggal menghubungkan pin-pin serial dari masing-masing *hardware*. Pin Tx dari MCU akan dihubungkan dengan pin Rx yang ada di ponsel melalui *interface* (*register serial*) RS 232, sedangkan pin Rx yang ada di mikrokontroler dihubungkan dengan Tx yang ada di ponsel yang juga melalui *interface* RS 232 terlebih dahulu, yang terakhir pin *ground* dari mikrokontroler dihubungkan dengan pin *ground* dari ponsel.



Gambar 6. Kabel data Siemens C45

Sumber : Siemens

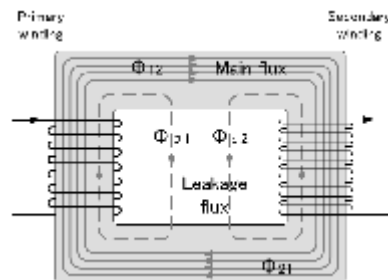
3. Catu Daya

Catu daya atau *power supply* merupakan perangkat yang sangat penting karena merupakan sumber tegangan dari semua perangkat elektronik. Tanpa *power supply* maka semua perangkat elektronik tidak

akan bisa bekerja baik itu *power supply* DC (*Direct Current*) atau arus searah maupun AC (*Alternating Current*) atau arus bolak – balik.

Peralatan elektronik arus lemah biasa membutuhkan arus listrik searah atau DC yang berasal dari baterai langsung maupun adaptor. Komponen dasar penyusun adaptor berupa transformator, dioda, kapasitor dan regulator sebagai penstabil.

a. Transformator



Gambar 7. Simbol Transformator

(<http://isarat-isarat.blogspot.com/2011/02/transformator.html>)

Pada rangkaian adaptor terdapat transformator atau sering disebut dengan trafo berfungsi untuk penurunan tegangan (*step down*) dari tegangan tinggi AC dari jaringan listrik PLN .

Perbandingan tegangan antara lilitan primer dengan sekunder atau tegangan masukan dengan tegangan keluaran bisa didapatkan dengan rumus umum:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad (\text{Rumus 1})$$

Dimana:

V_p = tegangan primer (sumber tegangan 220v listrik PLN)

V_s = tegangan sekunder (tegangan keluaran)

N_p = jumlah lilitan primer

N_s = jumlah lilitan sekunder

Tegangan keluaran yang dihasilkan dari lilitan sekunder ini bisa bermacam-macam mulai dari 3volt, 6volt, 9volt dan 12volt AC. Karena perangkat elektronik arus lemah memerlukan listrik DC maka tegangan keluaran dari trafo harus disearahkan dulu menggunakan komponen elektronik berupa diode. (<http://isarat-isarat.blogspot.com/2011/02/transformator.html>)

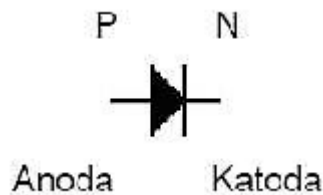
b. Penyearah Arus (Dioda)

Dioda adalah komponen aktif bersaluran dua (diode termionik mungkin memiliki saluran ketiga sebagai pemanas). Dioda mempunyai dua elektrode aktif isyarat listrik dapat mengalir, dan kebanyakan diode digunakan karena karakteristik satu arah yang dimilikinya. Dioda varikap (*Variable Capacitor/kondensator variabel*) digunakan sebagai kondensator terkendali tegangan.

Sifat kesearahan yang dimiliki sebagian besar jenis diode seringkali disebut karakteristik menyearahkan. Fungsi paling umum dari diode adalah untuk memperbolehkan arus listrik mengalir dalam

suatu arah (disebut kondisi panjar maju) dan untuk menahan arus dari arah sebaliknya (disebut kondisi panjar mundur). Karenanya, diode dapat dianggap sebagai versi elektronik dari katup pada transmisi cairan.

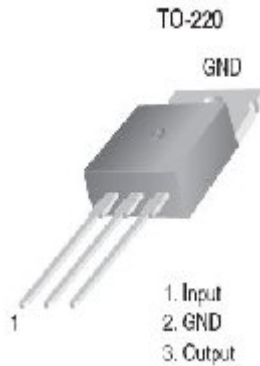
Dioda sebenarnya tidak menunjukkan kesearahan hidup-mati yang sempurna (benar-benar menghantar saat panjar maju dan menyumbat pada panjar mundur), tetapi mempunyai karakteristik listrik tegangan-arus taklinier kompleks yang bergantung pada teknologi yang digunakan dan kondisi penggunaan. Beberapa jenis diode juga mempunyai fungsi yang tidak ditujukan untuk penggunaan penyearahan. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Diode>)



Gambar 8. Simbol Dioda
(<http://id.wikipedia.org/wiki/Dioda>)

c. IC Regulator LM7805

IC LM7805 adalah IC penyetabil tegangan 5 Volt DC yang memiliki kemampuan arus keluaran sampai 1 Ampere. Pada kemasan IC ini terdapat tiga kaki yaitu kaki pertama sebagai *input*, kaki kedua (tengah) sebagai kaki *ground* dan kaki ketiga sebagai *output* atau tegangan stabil 5 Volt. (<http://rangkaiaelektronika.net/search/ic-regulator-7805>)



Gambar 9. LM7805

(<http://alectronics.blogspot.com/2011/02/ic-7805-regulator-5-volt-megggunakan.html>)

Pada badan kemasan IC ini terdapat besi yang berfungsi sebagai pendingin karena tegangan atau arus yang dikeluarkan oleh IC ini sangat dipengaruhi perubahan suhu komponen IC ini.

d. Kapasitor

Kapasitor adalah suatu komponen elektronika yang terdiri dari dua buah penghantar yang diberi sekat - sekat tersebut terbuat dari bahan isolasi (mika, kertas, keramik, udara, dan sebagainya).

Fungsi kapasitor pada rangkaian catu daya adalah berfungsi sebagai *filter* pada rangkaian *power supply*, yang dimaksud disini adalah kapasitor sebagai *ripple filter*, pada penelitian ini sifat dasar kapasitor yaitu dapat menyimpan muatan listrik yang berfungsi untuk memotong tegangan *ripple*. (iswanto.staff.umy.ac.id/files/2011/02.kapsitor.doc)

4. Mikrokontroler Avr

a. Arsitektur ATmega 16

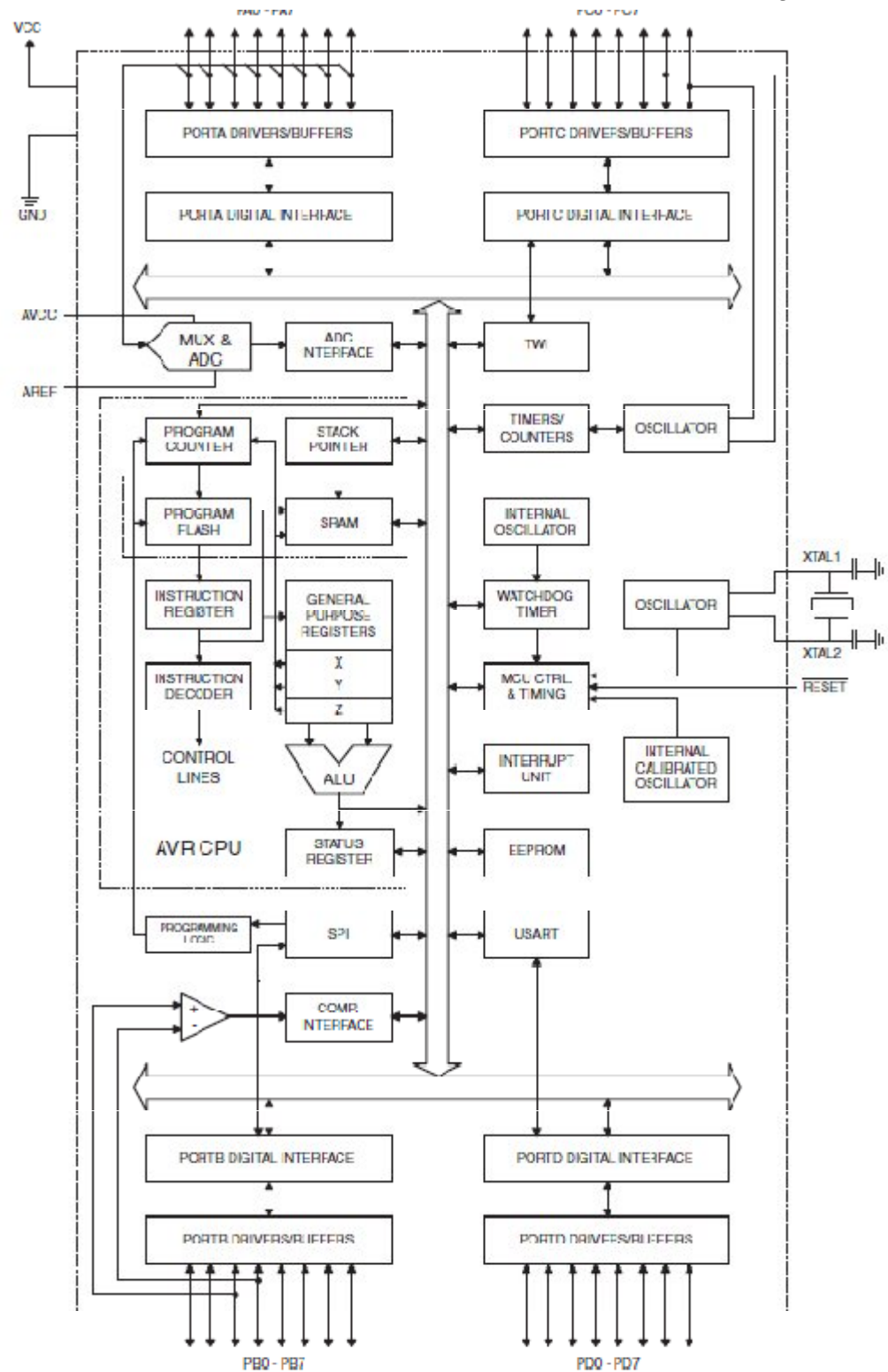
Mikrokontroller dapat dianalogikan seperti sebuah sistem komputer yang dikemas dalam sebuah chip. Dalam sebuah chip mikrokontroller sudah terdapat kebutuhan minimal agar mikroprosesor dapat bekerja, yaitu meliputi mikroprosesor, ROM, RAM, I/O, dan *clock* seperti yang dimiliki sebuah Personal Komputer (PC).

Karena ukurannya yang relatif kecil membuat mikrokontroller menjadi lebih fleksibel dan praktis digunakan terutama pada sistem yang tidak terlalu kompleks dan tidak membutuhkan beban komputasi yang tinggi. (<http://www.atmel.com/>)

b. Fitur ATmega 16

Fitur – fitur yang dimiliki ATmega16 sebagai berikut :

- 1) Mikrokontroler AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi, dengan daya rendah.
- 2) Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz.
- 3) Memiliki kapasitas *Flash* memori 16KByte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 KByte.



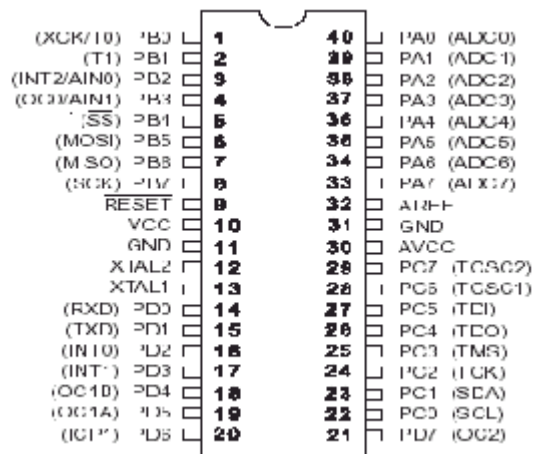
Gambar 10. Blok Diagram AVR ATmega16

(<http://www.atmel.com/>)

- 4) Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C*, dan *Port D*.
- 5) CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
- 6) Unit interupsi *internal* dan *eksternal*.
- 7) *Port* USART untuk komunikasi serial.
- 8) Fitur *peripheral*
 - Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
 - 2 (dua) buah *Timer/Counter* 8 bit dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*.
 - 1 (satu) buah *Timer/Counter* 16 bit dengan *prescaler* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*.
 - *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri.
 - 4 *channel* PMW
 - 8 *channel*, 10-bit ADC
 - 8 *Single-ended Channel*
 - 7 *Diferential Channel* hanya pada kemasan TQFP
 - 2 *Diferential Channel* dengan Programmable Gain 1x, 10x, atau 200x.
 - *Byte-oriental Two-wire Serial Interface*
 - *Programmable* Serial USART
 - Antarmuka SPI

- *Watchdog Timer* dengan *oscillator internal*.
- *On-chip Analog Comparator*.

c. Konfigurasi Pin Atmega 16



Gambar 11. Konfigurasi Pin ATmega 16

(<http://www.atmel.com/>)

Konfigurasi pin ATMEGA16 dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual In-line Package*) dapat dilihat pada gambar 6. Dari gambar 11 dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega 16 sebagai berikut :

VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.

GND merupakan pin Ground.

Port B : (PB7 - PB0) port B merupakan Port I/O 8-bit *bi-directional* (dua arah) dengan resistor *pull-up internal* secara individual. Selain sebagai Port I/O ,Port B juga memiliki fungsi alternatif (Tabel 1)

Port D: (PD7 - PD0) port D merupakan Port I/O 8-bit *bi-directional* (dua arah) dengan resistor *pull-up internal* secara

individual. Selain sebagai port I/O ,Port D juga memiliki fungsi alternative (Tabel 2)

Port A: (PA7 - PA0) sebagai masukan analog untuk ADC. Port A juga bisa digunakan sebagai 8-bit I/O port jika A/D Converter tidak digunakan dan masing – masing pin I/O memiliki *internal pullup*. Pemilihan portA sebagai *input* analog atau sebagai Analog to Digital Converter (ADC) bisa dilakukan melalui pemrograman. (Tabel 4).

Port C: (PD7 - PD0) port D merupakan port I/O 8-bit *bi-directional* (dua arah) dengan resistor *pull-up internal* secara individual. Selain sebagai port I/O , Port D juga memiliki fungsi alternatif (Tabel 4).

RESET: merupakan *input reset* yang bekerja pada level rendah (*active low*) selama minimal 1,5us.

XTAL1: *Input* ke penguat *inverting* oscillator dan *input* ke *internal. clock*

XTAL2 *Output* dari penguat *inverting* oscillator.

AVCC merupakan catu daya yang digunakan sebagai masukan analog ADC yang terhubung ke port A.

AREF merupakan tegangan referensi analog untuk ADC.

d. I/O PORT

Semua Port I/O keluarga AVR bersifat *bi-directional* (dua arah) pada saat berfungsi sebagai port I/O digital. Bahkan

masing – masing pin dapat dikonfigurasi tanpa mempengaruhi pin lainnya.

Pengaturan port I/O baik sebagai *input* atau *output* otomatis akan diikuti dengan pengaturan resistor *pullup internal*. Meskipun demikian internal *pullup* resistor bisa di non-aktifkan melalui bit PUD SFIOR (*Special Function I/O Register*). Jika bit PUD diset “1” maka resistor *pullup internal* di non-aktifkan.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	ADTS2	ADTS1	ADTS0	–	ACMF	PUD	PSR2	PSR10	SFIO
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Setiap Port I/O terdiri dari tiga register I/O yaitu DDRX,PORTX,dan PINX:

1) Data Register (PORTX)

Port A data register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	PORTA7	PORTA6	PORTA5	PORTA4	PORTA3	PORTA2	PORTA1	PORTA0	PORTA
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Port B data register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	PORTB
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Port C data register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	PORTC7	PORTC6	PORTC5	PORTC4	PORTC3	PORTC2	PORTC1	PORTC0	PORTC
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Port D data register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	PORTD7	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0	PORTD
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Register Portx digunakan untuk 2 keperluan yaitu untuk jalur output atau untuk mengaktifkan resistor *pullup*.

a) Portx berfungsi sebagai output jika $DDRx = 1$ maka :

Portxn = 1 maka pin Pxn akan berlogika *high*.

Portxn = 0 maka pin Pxn akan berlogika *low*.

b) Portx berfungsi untuk mengaktifkan resistor *pullup* jika

$DDRx = 0$ maka :

Portxn = 1 maka pin Pxn sebagai pin *input* dengan resistor *pull up*.

Portxn = 0 maka pin Pxn sebagai *output* tanpa resistor *pull up*.

2) DDRX (Data Direction Register)

Register DDRx digunakan untuk memilih arah pin. Jika DDRx = 1 maka Pxn sebagai pin *output*, Jika DDRx = 0 maka Pxn sebagai *input*.

Port A Data Direction Register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	DDA7	DDA6	DDA5	DDA4	DDA3	DDA2	DDA1	DDA0	DDRA
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Port B Data Direction Register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	DDB7	DDB6	DDB5	DDB4	DDB3	DDB2	DDB1	DDB0	DDRB
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Port C Data Direction Register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	DDC7	DDC6	DDC5	DDC4	DDC3	DDC2	DDC1	DDC0	DDRC
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Port D Data Direction Register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	DDD7	DDD6	DDD5	DDD4	DDD3	DDD2	DDD1	DDD0	DDRD
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

3) PINX (Port Input Pin Address)

Digunakan untuk menyimpan data yang terbaca dari port I/O pada saat dikonfigurasi sebagai input.

Port A Input Pins Address

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	PINA7	PINA6	PINA5	PINA4	PINA3	PINA2	PINA1	PINA0	PINA
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

Port B Input Pins Address

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0	PIND
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

Port C Input Pins Address

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	PINC7	PINC6	PINC5	PINC4	PINC3	PINC2	PINC1	PINC0	PINC
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

Port D Input Pins Address

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0	PIND
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

Setiap Port I/O bersifat bi-directional atau dua arah dan masing – masing Port juga memiliki fungsi tambahan (*Alternate Functions*)

Tabel 3. Fungsi Tambahan (*Alternate Function*) PORTB

Port Pin	Alternate Functions
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB5	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)
PB4	SS (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)
PB2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interrupt 2 Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB0	T0 (Timer/Counter0 External Counter Input) XCK (USART External Clock Input/Output)

Tabel 4. Fungsi Tambahan (*Alternate Functions*) PORTD

Port Pin	Alternate Function
PD7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD0	RXD (USART Input Pin)

Tabel 5. Fungsi Tambahan (*Alternate Functions*) PORTA

Port Pin	Alternate Function
PA7	ADC7 (ADC input channel 7)
PA6	ADC6 (ADC input channel 6)
PA5	ADC5 (ADC input channel 5)
PA4	ADC4 (ADC input channel 4)
PA3	ADC3 (ADC input channel 3)
PA2	ADC2 (ADC input channel 2)
PA1	ADC1 (ADC input channel 1)
PA0	ADC0 (ADC input channel 0)

Tabel 6. Fungsi Tambahan (*Alternate Functions*) PORTC

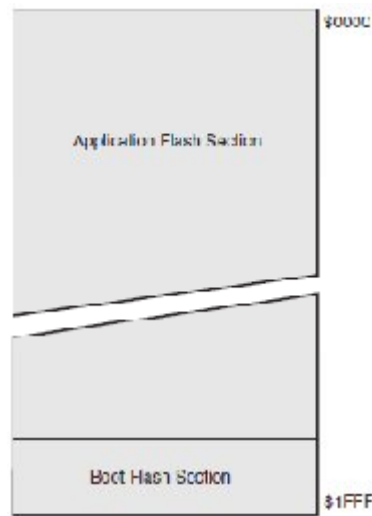
Port Pin	Alternate Function
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator Pin 1)
PC5	TDI (JTAG Test Data In)
PC4	TDO (JTAG Test Data Out)
PC3	TMS (JTAG Test Mode Select)
PC2	TCK (JTAG Test Clock)
PC1	SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC0	SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)

e. Peta Memori

1) Memori Flash

ATmega16 memiliki *On-Chip In-System Reprogrammable Flash* Memori untuk menyimpan program. Untuk alasan keamanan, program memori dibagi menjadi dua bagian yaitu *Boot Flash Section* dan *Application Flash Section*. *Boot Flash Section* digunakan untuk menyimpan program *Boot Loader*, yaitu program yang harus dijalankan pada saat AVR *reset* atau pertamakali diaktifkan.

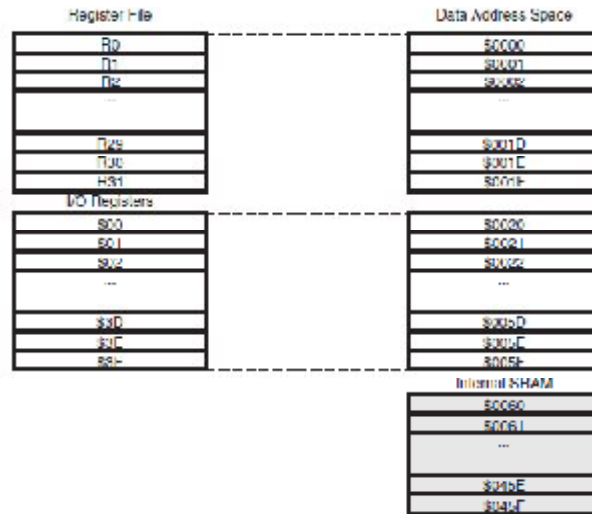
Application Flash Section digunakan untuk menyimpan program aplikasi yang dibuat *user*. AVR tidak dapat menjalankan program aplikasi ini sebelum menjalankan program *Boot Loader*.



Gambar 12. Peta Program memori
(<http://www.atmel.com/>)

2) Memori Data

Gambar 13 menunjukkan peta memori SRAM pada ATmega16. Terdapat 1120 lokasi *address* data memori. 96 lokasi *address* digunakan untuk *Register File* dan *I/O Memory*, selanjutnya 1024 lokasi *address* lainnya digunakan untuk internal data SRAM. *Register File* terdiri dari 32 *General Purpose Register* (GPR), *I/O register* terdiri dari 64 *register*.



Gambar 13. Peta Data Memori
(<http://www.atmel.com/>)

Dalam organisasi memori AVR, 32 register serbaguna (GPR) menempati *space* data pada alamat terbawah, yaitu \$00 sampai \$30. Sedangkan *register-register* khusus untuk penanganan I/O dan control terhadap mikrokontroler, menempati 64 alamat berikutnya merupakan register I/O khusus digunakan untuk melakukan pengaturan fungsi terhadap berbagai perihal mikrokontroler seperti *control register*, *timer/counter*, fungsi-fungsi I/O, ADC, USART, SPI ,EEPROM dan sebagainya.. Alamat berikutnya digunakan untuk SRAM (*Static Random Access Memory*) 1 KB.

3) Memory EEPROM

ATmega16 memiliki memori EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512 byte yang terpisah dari memori program maupun memori data. Memori EEPROM

bisa digunakan untuk menyimpan data yang dapat bertahan atau tersimpan walaupun mikrokontroller tanpa tegangan catu daya atau tahan terhadap gangguan catu daya.

Memori EEPROM ini hanya bisa diakses dengan menggunakan *register I/O*

5. *Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan loud speaker, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.

Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).

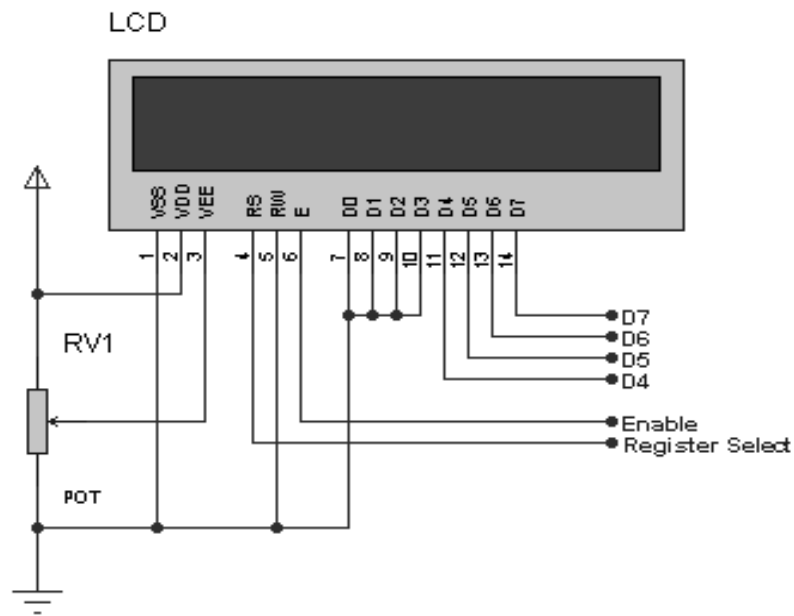
(<http://elektronikaelektronika.blogspot.com/2007/04/buzzer.html>)



Gambar 14. Buzzer

6. LCD

LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya rendah. Modul ini dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD. Mikrokontroler HD44780 buatan Hitachi yang berfungsi sebagai pengendali LCD memiliki CGROM (*Character Generator Read Only Memory*), CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*), dan DDRAM (*Display Data Random Access Memory*).



Gambar 15. Mode Koneksi LCD
(Andrianto, 2008:70)

Tabel 7. Deskripsi Pin-Pin LCD

Pin No.	Symbol	Level	Description
1	VSS	0V	Ground
2	VDD	5V	Supply voltage for logic
3	VO	(Variable)	Operating voltage for LCD
4	RS	H/L	H : Data, L : Instruction code
5	R/W	H/L	H : Read, L : Write
6	F	H, H->L	Chip Enable signal
7	DB0	H/L	Data bit 0
8	DB1	H/L	Data bit 1
9	DB2	H/L	Data bit 2
10	DB3	H/L	Data bit 3
11	DB4	H/L	Data bit 4
12	DB5	H/L	Data bit 5
13	DB6	H/L	Data bit 6
14	DB7	H/L	Data bit 7
15	A	4.2 – 4.6 V	LED +
16	K	0V	LED -

DDRAM merupakan memori yang menunjukkan tempat karakter akan ditampilkan. Contoh, karakter “L” atau 4CH yang ditulis pada alamat 00, karakter tersebut akan tampil pada baris pertama kolom pertama dari LCD. Apabila karakter tersebut ditulis pada alamat 40, maka tersebut akan tampil pada baris kedua kolom pertama dari LCD.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

Gambar 16. Data Address DDRAM

CGRAM merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter. Dengan CGRAM, *user* dapat membuat sendiri format karakter yang diinginkan.

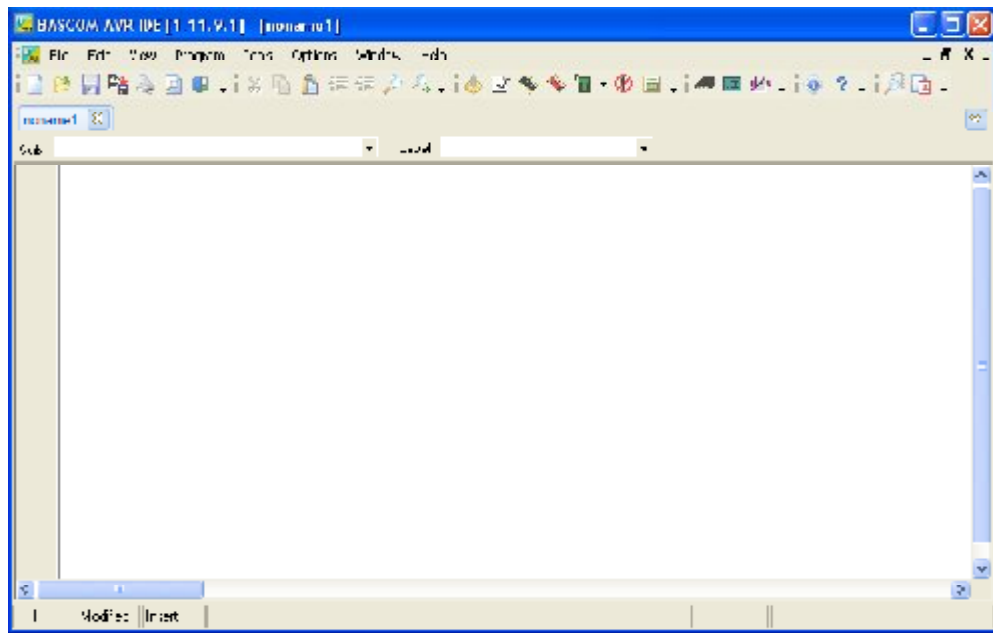
CGROM merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut sudah ditentukan secara permanen dari HD44780. (Heri Andrianto,2008).

E. Perangkat Lunak (*Software*)

1. Bascom Avr

BASCOM-AVR adalah program *basic compiler* berbasis windows untuk mikrokontroler keluarga AVR merupakan pemrograman dengan bahasa tingkat tinggi ” *BASIC* ” yang dikembangkan dan dikeluarkan oleh MCS elektronika sehingga dapat dengan mudah dimengerti atau diterjemahkan. Dalam program BASCOM-AVR terdapat beberapa kemudahan, untuk membuat program *software* ATmega 16, seperti program simulasi yang sangat berguna untuk melihat, simulasi hasil program yang telah kita buat, sebelum program tersebut kita *download* ke IC atau ke mikrokontroler. (<https://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/bascom-avr-adalah/>)

Ketika program BASCOM-AVR dijalankan dengan mengklik icon BASCOM-AVR, maka jendela berikut akan tampil :



Gambar 17. Tampilan Jendela Program BASCOM-AVR
[\(https://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/bascom-avr-adalah/\)](https://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/bascom-avr-adalah/)

BASCOM-AVR menyediakan pilihan yang dapat mensimulasikan program. Program simulasi ini bertujuan untuk menguji suatu aplikasi yang dibuat dengan pergerakan LED yang ada pada layar simulasi dan dapat juga langsung dilihat pada LCD, jika kita membuat aplikasi yang berhubungan dengan LCD.

2. Tipe data

Tipe data merupakan bagian program yang paling penting karena akan mempengaruhi setiap instruksi yang digunakan. Dapat dilihat pada tabel .8

Tabel .8 Tipe-tipe data

NO	Tipe	Nomor Pin	Jangkauan
1	Bit	1	0 atau 1
2	Byte	2	0-255
3	Integer	3	-32,768-32,767
4	Word	4	0-65535
5	Long	5	-2147483648-2147483647
6	Single	6	$1.5 \times 10^{(-45)} - 3.4 \times 10^{38}$
7	Double	7	$5.0 \times 10^{324} - 1.7 \times 10^{324}$

3. Deklarasi

Deklarasi diperlukan bila programmer akan menggunakan pengenal (*indentifier*) dalam program. *Identifier* dapat berupa variabel, kostanta dan fungsi.

4. Operator

Terdapat lima operator dalam Bahasa Basic yaitu operator penugasan, operator aritmatika, operator perbandingan, operator logika dan operator *bitwise*. Setiap operator memiliki fungsi masing-masing sesuai dengan nama operator yang akan digunakan.

5. Komentar Program

Komentar program diperlukan untuk memudahkan pembacaan dan pemahaman suatu program.

6. Penyeleksaian Kondisi

Penyeleksian kondisi digunakan untuk membandingkan dan mengarahkan alur suatu proses program. Struktur kondisi yang dapat digunakan diantaranya “*If..*”, “*If..Else*”, dan “*Case*”

7. Perulangan

Dalam Bahasa Basic tersedia suatu fasilitas yang digunakan untuk melakukan proses yang berulang-ulang sebanyak nilai yang telah ditentukan sebelumnya. Struktur pengulangan tersebut mempunyai bentuk yang bermacam-macam seperti “*While*”, “*Do..Loop*” dan “*For*”.

Berikut ini beberapa instruksi-instruksi dasar yang dapat digunakan pada mikrokontroler ATmega16.

Tabel 9. Instruksi dasar Bascom AVR

Instruksi	Keterangan
<i>DO....LOOP</i>	Perulangan
<i>GOSUB</i>	Memanggil Prosedur
<i>IFTHEN</i>	Percabangan
<i>FOR....NEXT</i>	Perulangan
<i>WAIT</i>	Waktu Tunda Detik
<i>WAITMS</i>	Waktu Tunda Mili Detik
<i>WAITUS</i>	Waktu Tunda Micro Detik
<i>GOTO</i>	Loncat Kealamat Memori
<i>SELECT....CASE</i>	Percabangan